

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: **Hiroyuki EGUCHI et al.**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **February 20, 2004**

**Customer No.: 38834**

For: **TWO-WAY DC-DC CONVERTER**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

February 20, 2004

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

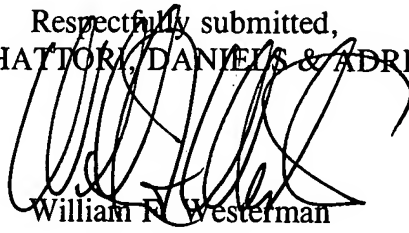
**Japanese Appln. No. 2003-067967, filed on March 13, 2003**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,  
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP



William R. Westerman  
Reg. No. 29,988

Atty. Docket No.: 042115  
1250 Connecticut Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20036  
Tel: (202) 822-1100  
Fax: (202) 822-1111  
WFW/II

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年    3 月 1 3 日  
Date of Application:

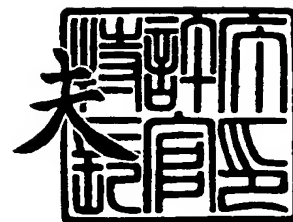
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 6 7 9 6 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 6 7 9 6 7 ]

出      願      人            本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    1 月 3 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 H103045301

【提出日】 平成15年 3月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02M 3/28

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社 本田技術  
    研究所内

    【氏名】 江口 博之

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社 本田技術  
    研究所内

    【氏名】 清水 元寿

【特許出願人】

    【識別番号】 000005326

    【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100084870

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 田中 香樹

【選任した代理人】

    【識別番号】 100079289

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 平木 道人

【選任した代理人】

    【識別番号】 100119688

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 田邊 壽二

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 058333

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 双方向DC-DCコンバータ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 低圧側端子と、高圧側端子と、低圧側巻線および高圧側巻線を含むトランスと、前記低圧側端子と前記低圧側巻線との間に挿入された低圧側スイッチング部と、前記高圧側端子と前記高圧側巻線との間に挿入された高圧側スイッチング部と、前記低圧側スイッチング部の各スイッチング素子に並列接続された低圧側整流素子と、前記高圧側スイッチング部の各スイッチング素子に並列接続された高圧側整流素子と、前記低圧側スイッチング部のスイッチング素子および前記高圧側スイッチング部のスイッチング素子を制御する制御回路とを備えた双方向DC-DCコンバータにおいて、

前記高圧側巻線と前記高圧側スイッチング部との間もしくは前記低圧側巻線と前記低圧側スイッチング部との間にLC共振回路を設けたことを特徴とする双方向DC-DCコンバータ。

【請求項2】 前記LC共振回路を前記高圧側巻線と前記高圧側スイッチング部との間に設けたことを特徴とする請求項1に記載の双方向DC-DCコンバータ。

【請求項3】 前記低圧側スイッチング部および前記高圧側スイッチング部はいずれも、4つのスイッチング素子を含むブリッジ接続構成であることを特徴とする請求項1に記載の双方向DC-DCコンバータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、双方向DC-DCコンバータに関し、特に、スイッチング損失を抑制することができるとともに制御系を簡単化することができる双方向DC-DCコンバータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

車両などでは異なる電圧値を有するバッテリーの2つの電源系を持っているもの

がある。このような電圧値が異なる2つの直流電源系で電力を融通し合う場合、一般に、直流電源系間に直流昇圧回路と直流降圧回路とを並列に配設し、それらを適宜使用する構成が採用されている。

#### 【0003】

また、直流電源系で電力を融通し合う場合に、小規模の回路で十分な高圧直流電圧が得られるようにするために双方向DC-DCコンバータを用いることも提案されている。

#### 【0004】

例えば、特開平2002-165448号公報には、トランスの両側にそれぞれ双方向型の直交変換部をもち、特に二次側直交変換部は、順送電（第1直流端子から第2直流端子への降圧送電）時に、平滑コイルとして作動するチョークコイルを、チョークコイル利用チョッパ回路型インバータのチョークコイルとして用い、このチョークコイルとトランスの二次コイルとの間のスイッチング・整流部が順送電時には整流器として機能し、逆送電（第2直流端子から第1直流端子への昇圧送電）時にはチョッパ回路として用いる双方向DC-DCコンバータが記載されている。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、2つの直流電源系間に直流昇圧回路と直流降圧回路とを並列に配設する構成では、回路規模が大きくなり、また、同時動作すると回路内部の電圧ロスなどにより十分な性能を得ることができないという課題がある。

#### 【0006】

また、前記公報に記載されているような双方向DC-DCコンバータでは、直交変換部のスイッチング素子は大電流をオン・オフするものであり、スイッチング素子がオフして大電流から電流0になる時にスイッチング素子の不飽和領域を通過するため、実際にはアナログ的な動作となり、大きなスイッチング損失が生じる。

#### 【0007】

また、一次側直交変換部と二次側直交変換部とを完全同期で駆動した場合、一

方の直交変換部による電流が流れているときに他方の直交変換部がオンすると、大電流がスイッチング素子に流れる恐れがある。

#### 【0008】

本発明の目的は、前記の課題を解決し、スイッチング損失が少なく、オン・オフ時にスイッチング素子に大電流が流れる恐れをなくすことができ、簡単な制御系で効率良く2つの直流電源系で電力を融通し合うことができる双方向DC-DCコンバータを提供することにある。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

前記した課題を解決するために、本発明は、低圧側端子と、高圧側端子と、低圧側巻線および高圧側巻線を含むトランスと、前記低圧側端子と前記低圧側巻線との間に挿入された低圧側スイッチング部と、前記高圧側端子と前記高圧側巻線との間に挿入された高圧側スイッチング部と、前記低圧側スイッチング部の各スイッチング素子に並列接続された低圧側整流素子と、前記高圧側スイッチング部の各スイッチング素子に並列接続された高圧側整流素子と、前記低圧側スイッチング部のスイッチング素子および前記高圧側スイッチング部のスイッチング素子を制御する制御回路とを備えた双方向DC-DCコンバータにおいて、前記高圧側巻線と前記高圧側スイッチング部との間もしくは前記低圧側巻線と前記低圧側スイッチング部との間にLC共振回路を設けた点に第1の特徴がある。

#### 【0010】

また、本発明は、前記LC共振回路を前記高圧側巻線と前記高圧側スイッチング部との間に設けた点に第2の特徴がある。

#### 【0011】

さらに、本発明は、前記低圧側スイッチング部および前記高圧側スイッチング部はいずれも、4つのスイッチング素子を含むブリッジ接続構成である点に第3の特徴がある。

#### 【0012】

本発明の第1の特徴によれば、スイッチングによる電流波形をLC共振回路で正弦波状にすることができるため、スイッチング素子がオフするタイミングを電

流値の零クロス点付近に設定することができる。したがって、電流値の零クロス点付近でのスイッチングが可能になり、スイッチング損失を大幅に抑制することが可能になる。

#### 【0013】

また、一次側直交変換部と二次側直交変換部とを同一駆動信号で制御することが可能になるため、制御系の構成を簡単化することもできる。その際、トランスでの伝達遅れなどに起因するスイッチング素子の短絡防止デッドタイムを大きくしたり、スイッチング素子の駆動期間を短くしたりする必要がないため、変換効率を高めることが可能になる。

#### 【0014】

また、第2の特徴によれば、電流値が小さい高圧側にLC共振回路を設けることにより、LC共振回路を低圧側に設ける場合と比較してLC共振回路での損失を低減することができる。

#### 【0015】

さらに、第3の特徴によれば、低圧側スイッチング部および高圧側スイッチング部はいずれも、ブリッジ型の単相インバータとなるため、それに接続するトランスの構造を簡素化することができる。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。図1は、本発明に係る双方向DC-DCコンバータの一実施形態を示す回路図である。本実施形態の双方向DC-DCコンバータは、低圧側端子1-1、1-2に接続される直流電源と高圧側端子2-1、2-2に接続される直流電源との間でトランス3を介して双方向に電力を融通するものである。以下では、低圧側端子1-1、1-2側を一次側、高圧側端子2-1、2-2側を二次側と呼ぶことがある。

#### 【0017】

トランス3は、一次側の低圧側巻線3-1と二次側の高圧側巻線3-2を含む。この双方向DC-DCコンバータの昇圧比は、低圧側巻線3-1と高圧側巻線3-2の巻線比により決定される。低圧側スイッチング部4は、低圧側端子1-



1、1-2と低圧側巻線3-1との間に挿入され、高圧側スイッチング部5は、高圧側端子2-1、2-2と高圧側巻線3-2との間に挿入される。

【0018】

低圧側スイッチング部4は、FETなどの4つのスイッチング素子（以下、FETと記す。）4-1～4-4をブリッジ接続して構成することができ、高圧側スイッチング部5は、4つのFET 5-1～5-4をブリッジ接続して構成することができる。

【0019】

FET 4-1～4-4、5-1～5-4のそれぞれには、ダイオードなどの整流素子が並列接続される。これらの整流素子は、FETの寄生ダイオードでよく、別途接続した接合ダイオードでもよい。並列接続された整流素子を合わせれば、低圧側スイッチング部4および高圧側スイッチング部5はそれぞれ、スイッチング・整流部と考えることができる。

【0020】

高圧側端子2-1、2-2と高圧側巻線3-2の間にはLC共振回路6が挿入される。LC共振回路6は、本発明が特徴とするものであるが、この詳細について後述する。

【0021】

低圧側スイッチング部4のFET 4-1～4-4および高圧側スイッチング部5のFET 5-1～5-4は、CPUなどからなる制御回路（図示せず）によりスイッチング制御される。なお、低圧側端子1-1、1-2間、および高圧側端子2-1、2-2間に接続されているコンデンサ7、8は、出力平滑用コンデンサである。

【0022】

次に、図1の動作の概略を説明する。まず、一次側（図の左側）から二次側（図の右側）へ電力を供給する場合、低圧側スイッチング部4のFET 4-1、4-4のペアとFET 4-2、4-3のペアとを交互にオン・オフさせる。このオン・オフに伴う電流がトランス3の低圧側巻線3-1に流れる。

【0023】

高圧側巻線 3-2 に誘起された電流は、LC 共振回路 6 を通して高圧側スイッチング部 5 に入力され、FET 5-1 ~ 5-4 に並列接続された整流素子により整流され、平滑コンデンサ 8 で平滑されて出力される。このとき一次側および二次側に流れる電流は、LC 共振回路の存在により正弦波状になる。

#### 【0024】

以上は、一次側から二次側へ電力を供給する場合の動作であるが、二次側から一次側へ電力を供給する場合も同様である。また、一次側と二次側とを完全同期で、すなわち同一駆動信号で駆動することもできる。この場合には、トランス巻線比による一次側と二次側の相対電圧差で電力のやり取りが行われる。

#### 【0025】

図 2 は、本発明と従来技術の動作上の違いを示す説明図である。ここでは一次側から二次側へ電力を供給する場合について説明するが、二次側から一次側へ電力を供給する場合も同様である。

#### 【0026】

図 2 (a)、(c) はそれぞれ、本発明の一実施形態と従来技術の双方向 DC-DC コンバータでの一次側から二次側への電力供給動作の説明に必要な回路部分のみを抜き出したものであり、同図 (b)、(d) はそれぞれ、図 2 (a)、(c) の A 点、B 点の電流波形である。

#### 【0027】

従来技術の双方向 DC-DC コンバータ (図 2 (c)) では、低圧側スイッチング部 4 の FET 4-1、4-4 のペアと FET 4-2、4-3 のペアとが交互にオン・オフすると、トランス 3 の低圧側巻線 3-1 および高圧側巻線 3-2 を介して出力される電流は、同図 (d) のように、矩形波状になる。すなわち、FET がオフになる時点では大電流が流れており、そのオフに伴い大電流から電流 0 になる。このとき FET の不飽和領域を通過するため、大きなスイッチング損失が生じることになる。

#### 【0028】

これに対して、本発明の一実施形態による双方向 DC-DC コンバータ (図 2 (a)) では、低圧側スイッチング部 4 の FET 4-1、4-4 のペアと FET

4-2、4-3のペアとが交互にオン・オフすると、トランス3の低圧側巻線3-1および高圧側巻線3-2を介して出力される電流は、同図(b)のように、正弦波状になる。これはLC共振回路6が存在するためである。

#### 【0029】

これによりFETがオフするタイミングを電流値がほぼ零になる零クロス点付近に設定することが可能になる。したがって、電流値の零クロス点付近でのFETのスイッチングが可能になり、スイッチング損失を大幅に低減させることができる。

#### 【0030】

本発明は、一次側と二次側とを完全同期で駆動する場合、すなわち一次側と二次側とを同一駆動信号で駆動する場合にも効果的なものである。これについて以下に説明する。図3(a)、(c)はそれぞれ、本発明の一実施形態と従来技術の双方向DC-DCコンバータの一次側と二次側とを完全同期で駆動する場合の動作説明に必要な回路部分のみを抜き出したものであり、同図(b)、(d)はそれぞれ、一次側のスイッチングに着目してそれによる一次側電流と二次側電流を示す。

#### 【0031】

従来技術の双方向DC-DCコンバータ(図3(c))では、低圧側スイッチング部4のFET4-1、4-4のペアとFET4-2、4-3のペアとが交互にオン・オフすることにより一次側(トランス3の低圧側巻線3-1)に同図(d)の一点鎖線で示される矩形波状の一次側電流が流れる。

#### 【0032】

この一次側電流によって二次側(トランス3の高圧側巻線3-2)には、同図(d)の実線で示される矩形波状の二次側電流が流れるが、この二次側電流は、トランス3での遅れなどにより一次側電流より多少の遅れを持っている。

#### 【0033】

この状態で二次側を一次側と完全同期で駆動した場合、二次側電流の遅れがデッドタイムを超えると、一次側オンによる大電流が流れているときに二次側オンが起こる(図の○で囲んだ部分)。これにより、一次側オンによる大電流にさら

に二次側オンによる大電流が重畳された電流が流れる。

【0034】

これを防ぐには、二次側のFETの駆動期間を狭くする、あるいはデッドタイムを大きくして一次側オンによる大電流が流れているときに二次側オンが起らないようにすればよいが、これは変換効率を低下させる大きな要因になる。

【0035】

これに対して、本発明の一実施形態による双方向DC-DCコンバータ（図3（a））では、低圧側スイッチング部4のFET4-1、4-4のペアとFET4-2、4-3のペアとが交互にオン・オフすることにより一次側には同図（b）の一点鎖線で示される正弦波状の一次側電流が流れる。

【0036】

この一次側電流によって二次側には、同図（b）の実線で示される正弦波状の二次側電流が流れるが、この二次側電流は、トランス3での遅れなどにより一次側電流より多少の遅れを持っている。

【0037】

ここで二次側を一次側と完全同期で駆動した場合、二次側電流の遅れがデッドタイムを超えても、一次側オンによる電流の零クロス点付近で二次側オンが起こり（図の○で囲んだ部分）、一次側オンによる電流と二次側オンによる電流は共に小さいので、大電流が流れることはない。

【0038】

図4は、本発明の適用例を示す回路図であり、発電機10を含む直流電源とバッテリー12で電力を融通し合う例であり、発電機10は、例えばエンジン駆動式の3相の多極磁石発電機である。エンジンの始動時には、双方向DC-DCコンバータ11の低圧側スイッチング部を駆動し、これにより昇圧したバッテリー12のDC電圧を駆動用インバータ（整流回路）13に印加する。駆動用インバータ13は、印加されたDC電圧を3相のAC電圧に変換して発電機10に印加し、これをエンジン始動用電動機として起動する。

【0039】

エンジンが始動すると、発電機10はエンジンにより駆動され、駆動用インバ

ータ 13 のスイッチング動作は停止される。発電機 10 の出力は、整流回路（駆動用インバータ）13 で整流され、レギュレータ 14 で調整され、さらにインバータ 15 で所定周波数の交流電力に変換されて出力される。

#### 【0040】

バッテリー 12 の電圧が低下した時、双方向 DC-DC コンバータ 11 の高圧側スイッチング部を駆動すれば、整流回路 13 の出力を双方向 DC-DC コンバータ 11 により降圧し、この電圧によりバッテリー 12 を充電することができる。

#### 【0041】

発電機 10 がエンジンで駆動されているときに、双方向 DC-DC コンバータ 11 の低圧側スイッチング部と高圧側スイッチング部とを完全同期で駆動することもできる。このようにすれば、整流回路（駆動用インバータ）13 側とバッテリー 12 側とでトランス巻線比による一次側と二次側の相対電圧差に従い自動的に電力のやり取りを行わせることができる。

#### 【0042】

以上、実施形態について説明したが、本発明は、種々に変形可能である。例えば、LC 共振回路は、二次側ではなく一次側に設けることもできる。この場合、低圧側スイッチング部とトランスの低圧側巻線の間に LC 共振回路を挿入すればよい。

#### 【0043】

本発明は、バッテリー間、あるいはエンジン駆動式発電機からなる直流電源とバッテリー間に限らず、通常の発電機、太陽光発電、風力発電、燃料電池などの適宜の直流電源系で電力を融通し合う場合に使用することができ、例えば、ハイブリッド車両などでの走行電力系と保安電装系とで電力のやり取りを行わせることができる。

#### 【0044】

##### 【発明の効果】

以上に詳細に説明したように、本発明によれば、スイッチングによる電流波形を LC 共振回路で正弦波状にすることができるため、スイッチング素子がオフするタイミングを電流値の零クロス点付近に設定することができる。したがって、

電流値の零クロス点付近でのスイッチングが可能になり、スイッチング損失を大幅に抑制することが可能になる。

#### 【0045】

また、低圧側スイッチング部と高圧側スイッチング部とを同一駆動信号で制御することが可能になり、その際、トランスでの伝達遅れなどに起因する大電流がスイッチング素子に流れるのを抑制するためにデッドタイムを大きくしたり、スイッチング素子の駆動期間を短くしたりする必要がないため、変換効率を高めることが可能になる。

#### 【0046】

さらに、低圧側スイッチング部と高圧側スイッチング部とを同一駆動信号で制御することが可能になり、双方向変換時の方向性に対して駆動を変更する必要がないため、制御系への負担を少なくすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る双方向DC-DCコンバータの一実施形態を示す回路図である。

【図2】 本発明の一実施形態と従来技術の双方向DC-DCコンバータの変換動作上の違い説明するための説明図である。

【図3】 本発明の一実施形態と従来技術の双方向DC-DCコンバータの完全同期での動作上の違い説明するための説明図である。

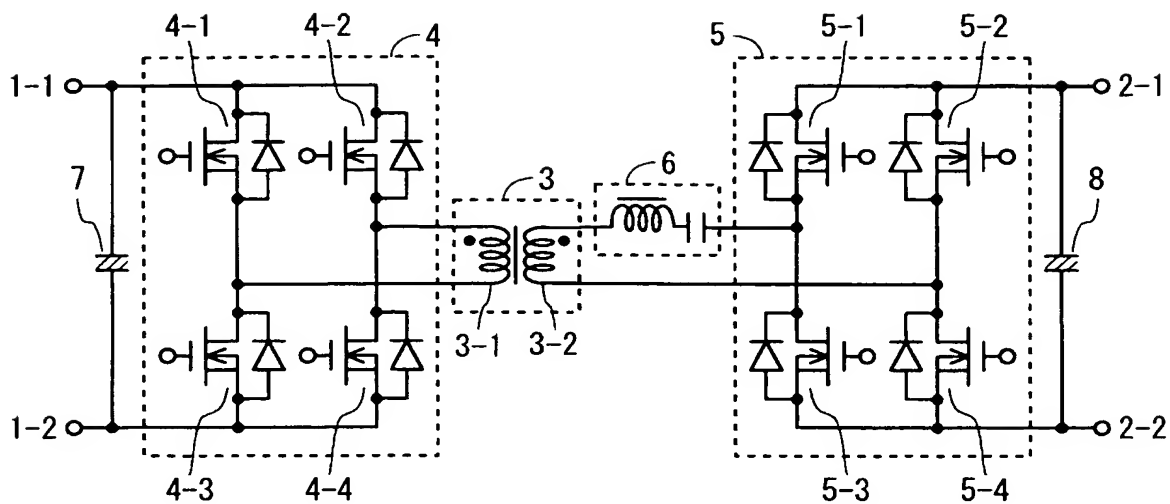
【図4】 本発明の適用例を示す回路図である。

#### 【符号の説明】

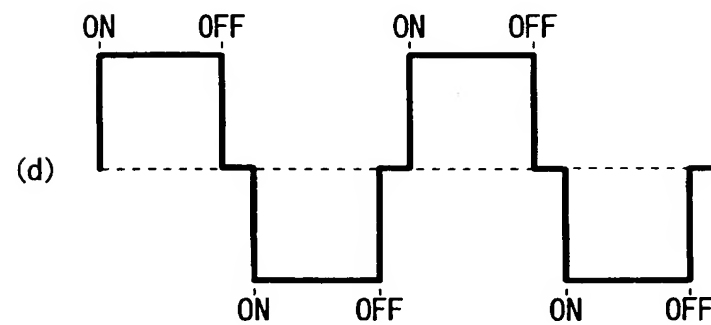
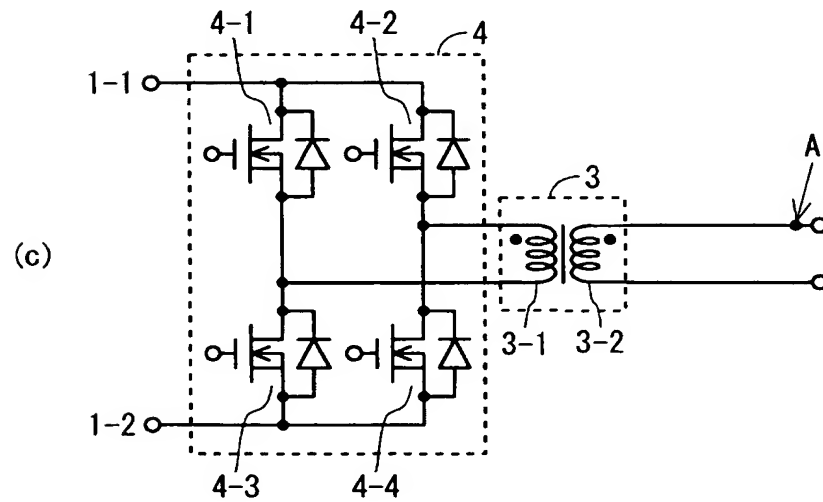
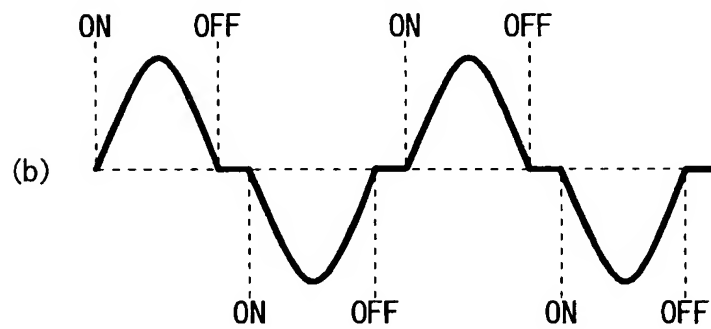
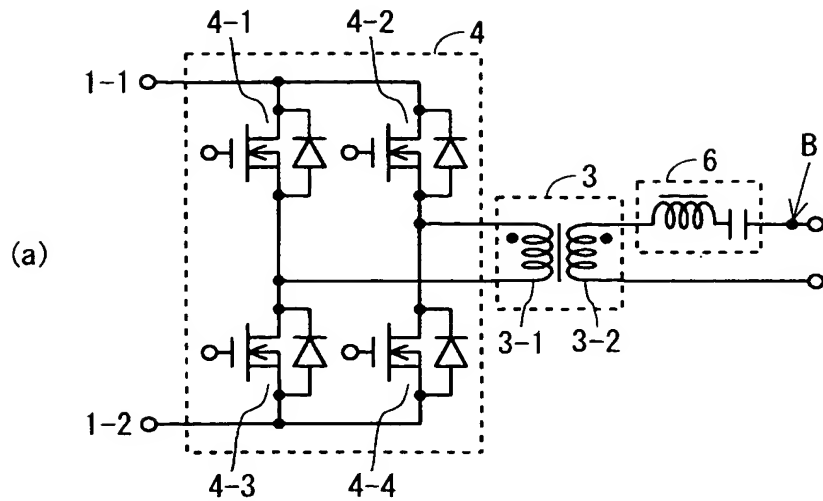
1-1、1-2…低圧側端子、2-1、2-2…高圧側端子、3…トランス、3-1…低圧側巻線、3-2…高圧側巻線、4…低圧側スイッチング部、4-4～4-4，5-1～5-4…FET、6…LC共振回路、7，8…平滑コンデンサ、10…発電機、11…双方向DC-DCコンバータ、12…バッテリー、13…駆動用インバータ（整流回路）、14…レギュレータ、15…インバータ

【書類名】 図面

【図 1】

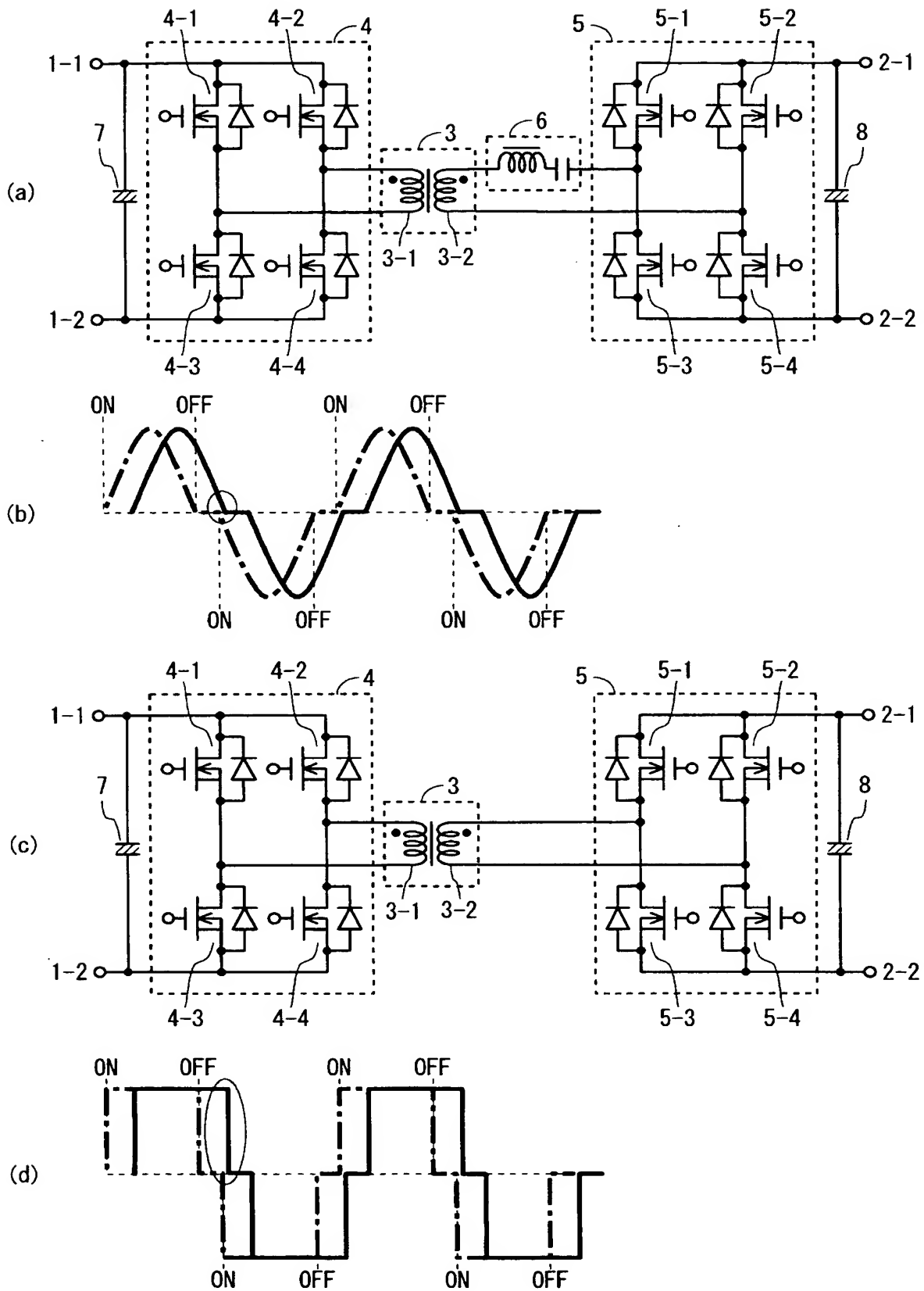


【図 2】

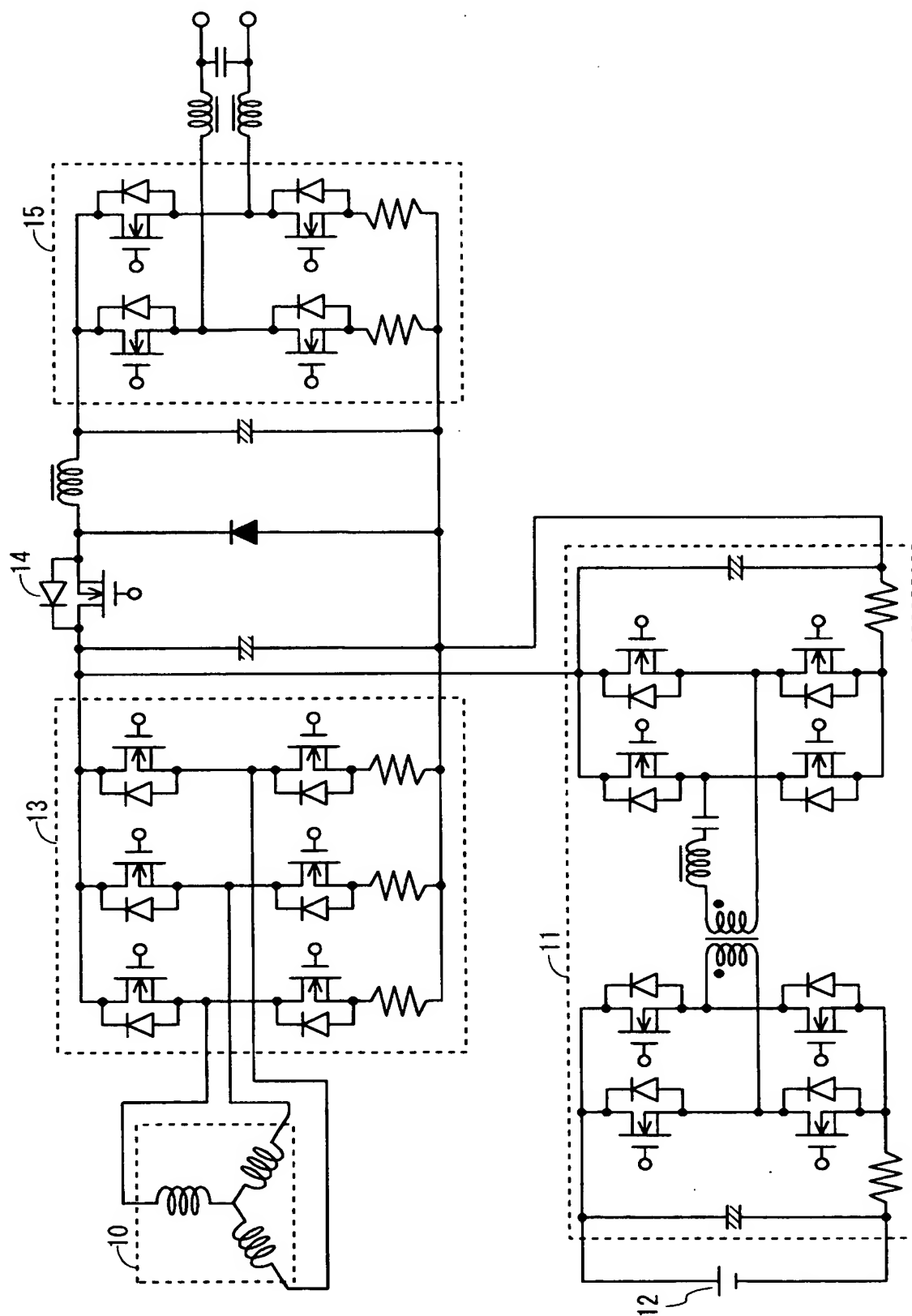




【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スイッチング損失が少なく、オン・オフ時にスイッチング素子に大電流が流れる恐れをなくすことができ、簡単な制御系で効率良く直流電源系間で電力を融通し合うことを可能にする。

【解決手段】 低圧側スイッチング部4の各スイッチング素子4-1～4-4に整流素子を並列接続し、高圧側スイッチング部5の各スイッチング素子5-1～5-4に整流素子を並列接続する。低圧側スイッチング部4と高圧側スイッチング部5の一方あるいは両方同時にスイッチング制御することにより、トランス3を通して直流電源間で電力をやり取りさせる。トランス3の高圧側巻線3-2高圧側スイッチング部5との間もしくはトランス3の低圧側巻線3-1と低圧側スイッチング部4との間にLC共振回路6を設け、一次側および二次側に流れる電流を正弦波状にし、その零クロス点付近でスイッチングを行わせる。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 3 - 0 6 7 9 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社